

PCT/DE2004/002

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 45 935.9

Anmeldetag:

2. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, 80686 München/DE

Bezeichnung:

Intumeszierender, keramisierender Brandschutzan-  
strich für Holz und andere beschichtbare Werkstoffe

IPC:

C 09 D, C 09 K, C 08 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. November 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Hoß



X

## **Intumeszierender, keramisierender Brandschutzanstrich für Holz und andere beschichtbare Werkstoffe**

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Anstrichstoff herzustellen, mit dem Werkstoffe und Bauteile vor Temperatureinwirkung im Brandfall geschützt werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in ein Anstrichharz zusätzlich zu den üblichen Füllstoffen, Pigmenten sowie Additiven und Hilfsstoffen eine Mischung verschiedener anorganischer Stoffe dispergiert wird, die bei Überschreiten einer definierten Temperatur zunächst Gase abspalten. Durch die Gasbildung wird der Anstrich aufgebläht und die anorganischen Stoffe reagieren mit steigender Temperatur über Zwischenschritte zu einer porösen Keramik. Mit Hilfe eines derartigen Anstrichs ist es möglich, beschichtbare Werkstoffe und Bauteile über definierte Zeiträume vor unerwünschter Erwärmung zu schützen.

Der Anstrich soll außerdem den Anforderungen, die sich aus den jeweiligen Anwendungsgebieten ergeben, genügen. Bei Verwendung auf dem Werkstoff Holz sind dies in der Innenanwendung im Wesentlichen: Transparenz, Kratz- und Abriebfestigkeit, Feuchtebeständigkeit, Lichtechtheit, Umweltverträglichkeit und andere. In der Außenanwendung sind hingegen folgende Eigenschaften erforderlich: Außenbewitterungsstabilität, geringe Verschmutzung, Feuchteschutzwirkung, UV-Schutz, Dehnbarkeit u.a.

Der Schutz von Werkstoffen und Bauteilen im Brandfall vor Temperatureinwirkung ist ein übliches Verfahren im Rahmen des baulichen Brandschutzes. Grundsätzlich stehen dazu drei bekannte Möglichkeiten zur Verfügung. Werkstoffe und Bauteile können durch nicht brennbare Werkstoffe wie Gipsfaser- oder Gipskartonplatten beplankt oder eingehaust werden; um im Brandfall den Temperaturzutritt zum Bauteil zu verzögern. Dieser Lösungsweg wird in der Regel im Stahl- und Holzbau angewendet. Die zweite Möglichkeit ist das Aufbringen von Schutzanstrichen, die sich im Brandfall ausdehnen und einen physikalischen Temperaturschutz bewirken. Die US 4,965,296 A1 beschreibt ein flammhemmendes Material, das sich aus einem flammhemmenden Beschichtungsmaterial und einem elektrisch leitfähigen Material zusammensetzt. Das flammhemmende Beschichtungsmaterial besteht dabei aus Schaum- und Kohlenstoffbildenden Substanzen, einer gaserzeugenden Verbindung, einem filmbildenden Bindemittel und entsprechenden Lösemitteln. Fakultativ können übliche, weitere Inhaltsstoffe anwesend sein. In der US 4,879,320 vom November 1989 wird eine ähnliche flammhemmende Zusammensetzung beschrieben, der jedoch anstelle eines leitfähigen Materials ein keramisches Fasermaterial zugesezetzt ist. Die US 5,225,464 beschreibt eine wässrige Intumeszenz-Formulierung auf Basis eines Reaktionsproduktes aus Phosphorsäure, Melamin und Monoammoniumphosphat, welche mit Pentaerythritol, chlorierten Kohlenwasserstoffen und weiteren Verbindungen, insbesondere Polyvinylacetat ein verbessertes Intumeszenz-Beschichtungsmaterial liefern soll. Die DE 42 18 184 A1 beschreibt ein wässriges Bindemittelgemisch, bestehend aus einer wässrigen Lösung und/oder Dispersion einer Kombination aus a) mindestens einem in Gegenwart der Komponente b) in Wasser löslichen und/oder dispergierbaren, Urethangruppen aufweisenden NCO-Vorpolymer mit blockierten Isocyanatgruppen und b) einer Polyamin-Komponente, bestehend aus mindestens einem (cyclo)aliphatischen Polyamin mit mindestens zwei primären und/ oder sekundären Aminogruppen. Die DE 43 43 668 schließlich beschreibt aufblähbare, flammhemmende Überzugsmassen, bestehend mindestens aus 4 bis 25 Gewichts-% eines film bildenden Bindemittels,

10 bis 4 Gewichts-% Ammoniumpolyphosphat,  
8 bis 40 Gewichts-% mindestens einer bei Hitzeeinwirkung carbonisierenden Substanz,  
6 bis 25 Gewichts-% eines Treibmittels,  
0 bis 51 Gewichts-% Dispergiermittel  
0 bis 25 Gewichts-% Füllstoffe.

Die im September 2000 offengelegte Patentschrift DE 199 09 387 A1 der Clariant GmbH betrifft eine dämmeschichtbildende Brandschutzbeschichtung auf Basis von im Brandfall schaumschichtbildenden und kohlenstoffbildenden Substanzen, filmbildenden Bindemitteln, Treibmitteln und üblichen Hilfs- und Zusatzstoffen, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Treibmittel Melaminpolyphosphat enthält. Die erfindungsgemäße dämmeschichtbildende Brandschutzbeschichtung ist insbesondere unter tropischen Bedingungen (bis zu 100% rel. Luftfeuchte, ca. 75°C) stabil, d.h. sie setzt nur extrem wenig NH<sub>3</sub> frei.

Den zitierten Patenten gemeinsam ist, dass sie die Entzündung brennbarer Substrate nicht verhindern können. Vorrangig werden sie daher verwendet, um die Feuerwiderstandsdauer, also den Zeitraum zwischen Brandbeginn und strukturellem Versagen von Bauteilen, zu erhöhen. Hier haben sie eine gewisse Bedeutung bei der Beschichtung von Stahl erlangt, der ungeschützt nur eine geringe Feuerwiderstandsdauer besitzt. Ihre Bedeutung bei der Beschichtung von Holz ist vergleichsweise geringer. Eine Einstufung derartig beschichteter Hölzer in die Baustoffklasse B1 nach DIN 4102 ist erzielbar. Das grundsätzliche Wirkungsprinzip dieser Beschichtungen ist vergleichbar. Sie bilden einen leichten Kohlenstoffschaum aus, der äußeren Kräften kaum Widerstand entgegensetzen kann.

Im Gegensatz zu der im vorliegenden Patent beschriebenen Lösung ist die erzielbare Schutzwirkung deutlich geringer, da der Kohlenstoffschaum prinzipiell eine gewisse Kompaktheit aufweisen muss, um im Brandfall nicht zusammen- bzw. abzufallen. Die Dichte des Schaums führt aber zu vergleichsweise hohen Wärmeleitfähigkeiten. Nach dem Stand der Technik lassen sich Stahlträger zur Zeit nur bis zu einem Zeitraum von 60 Min. schützen. Dazu darf nach 60 Min. Beiflammmung ein derartig beschichteter Träger eine Grenztemperatur von 450°C erreichen.

Ein weiterer entscheidender Nachteil der verfügbaren Kohlenstoffschaumbildner im Vergleich zu der beschriebenen Erfindung sind die einschränkenden Gebrauchseigenschaften derartiger Anstriche. So sind herkömmliche Brandschutzanstriche ausschließlich für die Verwendung im trockenen zugelassen. Sie verfügen über keine ausreichende Dauerhaftigkeit unter klimatischer Belastung, werden durch Feuchtigkeit angelöst und sind zu weich, um auf Fußböden oder vergleichbaren Bauträger verwendete werden zu können.

Die dritte Möglichkeit ist die Zugabe von Flammenschutzmitteln, welche vorwiegend zur Brandschutzausrüstung von Kunststoffen und teilweise für Holz- und Papierwerkstoffe eingesetzt werden. Flammeschutzmittel sind chemische Substanzen, welche entweder die Entflammbarkeit und /oder die Brennbarkeit vermindern oder die Feuerwiderstandsdauer des Werkstoffes oder des Bauteils erhöhen. Dies ist durch folgende chemische und/oder physikalische Prozesse zu erreichen:

Reduzierung der Wärmezufuhr durch das Hinzufügen von Stoffen, die sich in einem stark endothermen Prozess zersetzen und dabei nicht brennbare Gase erzeugen, die zusätzlich die Flammen eindämmen (z.B. Aluminium-, Magnesiumhydroxid). Energieverbrauchende Brandschutzmittel

Ersticken der Flammen durch Entwicklung chemischer Substanzen, die die H- und OH-Radikale binden. Feuererstickende Brandschutzmittel

Begrenzung des Wärmeflusses durch Schaffung einer isolierenden Schicht an der Oberfläche. Verkohlungsfördernde, sperrsicht- u. dämmsschichtbildende Brandschutzmittel

Im Allgemeinen werden heutige Brandschutzmittel nach mehreren dieser Prinzipien funktionieren.

Mit der erfundungsgemäßen Verwendung des Brandschutzanstriches sind schlankere Konstruktionen möglich. Beispielsweise wird für eine unbeschichtete, tragende Stütze aus Fichtenholz eine Abmessung von 14/14 benötigt, sofern der Brandschutz eine F30 Ausführung nötig macht und aufgrund der Statik eine Abmessung von 12/12 erforderlich ist. Wird hingegen die Stütze mit dem Brandschutzanstrich versehen, ist eine Dimensionierung von 12/12 möglich.

Besonders vorteilhaft ist der hier beschriebene Brandschutzanstrich bei der Erfüllung von Brandschutzanforderungen im Baubestand. Zum Beispiel haben viele mehrgeschossige Gebäude, die Anfang des 20. Jhd. erstellt wurden, eine Holztreppe. Üblicherweise sind die Wohnungseingangstüren ebenfalls in Holz ausgeführt. Derartige Konstruktionen erfüllen keineswegs die modernen Brandschutzanforderungen; allerdings besteht Bestandschutz. Sobald der Bestandschutz aufgehoben wird, z.B. aufgrund größerer Renovierungen oder Umbauten, sind massive Umbauten des Treppenhauses erforderlich. Dabei sind bisher zwei Lösungen möglich. Entweder die Holztreppe wird komplett ausgetauscht oder im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes wird als Kompensationsmaßnahme der Einbau einer Vollsprinklerung des Treppenhauses vorgenommen. Bei der zweiten Lösung wird in der Regel eine rückseitige Beplankung der Treppenkonstruktion mit Brandschutzplatten erforderlich sein. Beide Lösungen stellen einen massiven Eingriff in die Bausubstanz dar, die den Charakter eines Gebäudes verändern. Hinzu kommt, dass beide Lösungen mit erheblichen Kosten verbunden sind. Mit der erfundungsgemäßen Verwendung der Brandschutzbeschichtung lässt sich ein Holztreppenhaus ohne massiven Eingriff in die Bausubstanz und unter Wahrung des baulichen Charakters brandschutztechnisch ertüchtigen. Diese Lösung ist, im Vergleich zu den bisher verfügbaren, deutlich kostengünstiger und schneller umzusetzen. Ähnliches gilt für Dachstühle aus Holz oder für andere hölzerne Konstruktionen in bestehenden Gebäuden.

Der geringe Eingriff in die Bausubstanz prädestiniert die beschriebene Erfindung geradezu den Brandschutz bei historischen Bauwerken und Kulturgütern zukünftig sicherzustellen. Insbesondere im Denkmalschutz besteht nämlich ein sehr starkes Spannungsfeld zwischen den Erfordernissen des Brandschutzes und den Ansprüchen des Denkmalschutzes. Die Verwendung von Brandmelde- und Sprinkleranlagen steht nicht nur unter dem Aspekt des baulichen Eingriffes unter Kritik. Der Einbau einer Sprinkleranlage birgt grundsätzlich die Gefahr eines Wasserschadens, der unter Umständen mehr Kulturgüter vernichten kann als ein Schadensfeuer.

Mit der Verabschiedung der neuen Musterbauordnung wird es künftig möglich sein, mehrgeschossige Holzgebäude mit bis zu fünf Vollgeschossen zu errichten. Die dort geforderte brandschutztechnisch wirksame Beschichtung, welche die Konstruktion über 60 Minuten vor der Entzündung schützen soll, lässt sich nach dem Stand der Technik nur durch eine Beplankung mit Gipskarton und Gipsfaserplatten herstellen. Diese Lösung erfordert einen hohen Erstellungsaufwand und ist problematisch, sofern im Gebäude mit Setzungen zu rechnen ist. Hinzu kommt, dass die Beplankung die Ästhetik des Werkstoffes Holz und der Holzkonstruktion verbirgt. Die erfundungsgemäße Verwendung des Anstriches erlaubt

hingegen eine einfachere Konstruktion und hat keine Probleme mit Bauwerksetzungen. Eine transparente Ausführung des Anstriches schränkt die Ästhetik der Holzkonstruktion kaum ein.

Erfnungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass

- 3 bis 30 Gewichts-% eines filmbildenden Bindemittels auf Basis eines polybutadien Harzes,
- 0 bis 2 Gewichts-% eines Vernetzers
- 20 bis 55 Gewichts-% eines bei Hitzeeinwirkung glasierenden / keramisierenden Zusatzes,
- 4 bis 25 Gewichts-% eines Treibmittels,
- 0 bis 51 Gewichts-% Dispergiermittel
- 0 bis 25 Gewichts-% Füllstoffe,
- 0 bis 25 Gewichts-% Pigmente,
- 0 bis 25 Gewichts-% Entschäumer
- 0 bis 25 Gewichts-% anorganischer Salze
- 0 bis 25 Gewichts-% Verlaufsadditive

zu einem Anstrich formuliert werden.

### Ausführungsbeispiel 1

Aus Industriespanplatten der Qualität V100 mit einer Dichte von 400 kg/m<sup>2</sup> und einer Dicke von 1 cm wurden Probekörper mit den Abmessungen 90 x 230 cm hergestellt. Zur Charakterisierung der Brandeigenschaften wurde ein modifizierter Test nach DIN 4102 für Werkstoffe der Brandschutzklasse B 2 angewendet. Im Unterschied zu der festgelegten Beflammungszeit von 15 s wurde die Beflammung 10 Minuten durchgeführt. Nach 10 Minuten wurde die Pyrolysetiefe im Querschnitt und der Masseverlust der Proben bestimmt. Die Pyrolyse war nach 10 Minuten im Bereich der Flammeneinwirkung über den gesamten Probenquerschnitt fortgeschritten. Der Masseverlust lag im Mittel bei 6%.

### Ausführungsbeispiel 2

Eine wie in Beispiel 1 hergestellte Probe wurde mit dem Brandschutzanstrich versehen. Die Trockenschichtdicke des Anstrichs lag bei ca. 1mm. Der Anstrich bestand aus

- 6,2 Gewichts-% eines Polybutadienharzes
- 55,9 Gewichts-% eines Silicon-Microemulsions-Konzentrat
- 27,8 Gewichts-% eines bei Hitzeeinwirkung glasierend/keramisierenden Zusatzes
- 6,4 Gewichts-% eines Treibmittels
- 3,0 Gewichts-% anorganischer Salze
- 0,6 Gewichts-% eines Isocyanates als Vernetzer
- 0,1 Gewichts-% verschiedener Additive

Nach 10 Minuten Beflammung wurde die Pyrolysetiefe im Querschnitt und der Masseverlust der Proben bestimmt. Der Masseverlust lag unter 1%, eine Pyrolyse des Holzanteiles des Probekörpers ist nicht erfolgt.

### **Ausführungsbeispiel 3**

Aus Industriespanplatten der Qualität wie in Beispiel 1 wurden Probekörper mit den Abmessungen 100 x 20 cm für Brandschachtuntersuchungen nach DIN 4102-4 hergestellt. Gemäß der DIN wurden die Untersuchungen nach 2 Minuten abgebrochen, da das Grenzkriterium der Rauchgastemperatur überschritten wurde. Vergleichsweise wurde in einem weiteren Versuch das Abbruchkriterium ignoriert. Die Spanplattenproben brannten unter starker Rauch- und Hitzeentwicklung innerhalb von 7 Minuten vollständig ab. Im Rauchgas wurden Temperaturen von bis zu 800°C gemessen.

### **Ausführungsbeispiel 4**

Probekörper wie in Beispiel 3 wurden zusätzlich mit dem Brandschutzanstrich versehen. Die Trockenschichtdicke des Anstrichs wurde zu 1mm bestimmt. Innerhalb der 10 Minuten Versuchsdauer kam es zu keinem Brand und zu keiner Flammenausbildung an der Oberfläche. Eine Untersuchung der Spanplatte nach dem Versuch zeigte, dass eine Pyrolyse der Spanplatte nicht stattgefunden hatte.

### **Ausführungsbeispiel 5**

Aus einem handelsüblichen Kabel des Typs NHXMH-J 3x2,5 wurden Probekörper mit einer Länge von 1m hergestellt. Diese Probekörper wurden mit einer Variation des Brandschutzanstrichs beschichtet. Die Trockenschichtdicke des Anstrichs wurde auf 0,5mm eingestellt. Die beschichteten Proben wurden nach DIN VDE 0250-215 (VDE 0250 Teil 215):2002-04 auf ihr Brandverhalten untersucht. Dabei wurde keine Flammenausbreitung an der Oberfläche festgestellt. Im Bereich der Flammeneinwirkung wurde unter dem Brandschutzanstrich keine Pyrolyse der Kabelisolation festgestellt.

### Weitere Ergänzungen

Genaue Beschreibung der wirksamen Stoffmischungen (insgesamt 8 verschiedene):

Keramik 1	Keramik 2	Keramik 3
10,3NH4Cl	10,2NH4Cl	6Ammoniumpentaborat
16,16NaHCO3	17Na2CO3	10NH4Cl
61,77Borax	61Borax	65Borax
41,18B2O3	41,2B2O3	40B2O3
20,59SiO2	20,6SiO2	17SiO2
		16NaHCO3
		6KAISO4

Keramik 4	Keramik 5	Keramik 6	Keramik
12,84Ammoniumsulfat	11Ammoniumchlorid		25Melapur
16,16NaHCO3	17NaHCO3		35Borax
40Borax	38Borax		35B2O3
40B2O3	38B2O3		25SiO2
11Al(OH)3	14Aluminiumsulfat 18 Hydrat		10CaO
30SiO2	15SiO2		20Ammoni
	7Ammoniumpentaborat		
	10Melapur MP		

Stoffmischungen für die Herstellung von Hybridsystemen mit herkömmlichen intumeszierenden Kohlenstoffschaumbildnern

C-Keramik 1	C-Keramik 2	C-Keramik 3
15Borax	15Borax	45Borax
15B2O3	15B2O3	16SiO2
8SiO2	8SiO2	10SiC
4CaO	4CaO	40Exolite 422
45Exolite 422	4SiC	35Melamin
30Melamin	45Exolite 422	5NaHCO3
	30Melamin	
	29Pentaerythritol	

Basismischung zur Verstärkung herkömmlicher intumeszierender Kohlenstoffschaumbildner  
Basismischung 1

Exolite 422	90
Melamin	60
B2O3	30
Borax	30

Basismischung 2

Borax	150
B2O3	150

Dadurch gekennzeichnet, dass die Partikelgrößen 1-50µm groß sind

Basismischung 3

Borax	100
B2O3	100

SiO <sub>2</sub>	20
CaO	20

Dadurch gekennzeichnet, dass die Partikelgrößen 1-50 µm groß sind

- Einarbeitung der Stoffmischung in weitere Polymere, Kabelummantelungen.
- Einarbeitung der Stoffmischung in andere Werkstoffe, wie z.B. Papier, Holzwerkstoffe, extrudierte Werkstoffe, Wood-plastic composites, CFK, Beton
- Nutzung der porösen Keramik als Isolationsmaterial
- Herstellung von Salzen mit Korngrößen von 1-50 µm, die mit Nanopartikeln beschichtet werden. Insbesondere:

Ammoniumchlorid beschichtet mit Carnaubawachs

Ammoniumchlorid beschichtet mit SiO<sub>2</sub>

Dibortrioxid beschicht mit Carnaubawachs

Dibortrioxid beschicht mit SiO<sub>2</sub>

Natriumhydrogencarbonat beschichtet mit Carnaubawachs

Natriumhydrogencarbonat beschichtet mit SiO<sub>2</sub>

Ammoniumsulfat beschicht mit Carnaubawachs

Ammoniumsulfat beschicht mit SiO<sub>2</sub>

Kaliumaluminiumsulfat x18H<sub>2</sub>O beschicht mit Carnaubawachs

Kaliumaluminiumsulfat x18H<sub>2</sub>O beschicht mit SiO<sub>2</sub>

Calciumoxid beschicht mit Carnaubawachs

Calciumoxid beschicht mit SiO<sub>2</sub>

Dadurch gekennzeichnet, dass die beschichteten Stoffe Wasser und pH-Wert unempfindlicher sind

nd

ake

## Ansprüche

1. Brandschutzanstrich zum Schutz von Werkstoffen vor Temperatureinwirkung bis zu einem Zeitraum von 180 Minuten bestehend aus:

30 bis 70 Gewichts-% einer lösemittelfreien Silicon-Microemulsion auf Silan/Siloxan-Basis bevorzugt 40 bis 62 % besonders bevorzugt 50 bis 56 %

3 bis 30 Gewichts-% eines filmbildenden Bindemittels auf Basis eines polybutadien Harzes, bevorzugt 4 bis 20 % besonders bevorzugt 6 – 10 %

0 bis 2 Gewichts-% eines Vernetzcrs aus Basis eines Dicynates

20 bis 55 Gewichts-% eines bei Hitzeeinwirkung glasierend / keramisierenden Zusatzes, bevorzugt 30 bis 44 % besonders bevorzugt 35 bis 38 %

4 bis 25 Gewichts-% eines Treibmittels,

0 bis 51 Gewichts-% Dispergiermittel

0 bis 25 Gewichts-% Füllstoffe,

0 bis 25 Gewichts-% Pigmente,

0 bis 25 Gewichts-% Entschäumer

0 bis 25 Gewichts-% Verlaufsadditive

0 bis 25 Gewichts-% (anorganische)Saize

0 bis 10 Gewichts-% weiterer, üblicher Additive

dadurch gekennzeichnet, dass ab einer Temperatur von 100°C das Bindemittel erweicht und Gase abgespalten werden. Aufgrund der Gasbildungsreaktion wird das erweichte Bindemittel aufgeschäumt und ab einer Temperatur von 200°C bildet sich zunächst eine glasartigen Keramik, die mit steigender Temperatur zu einer echten Keramik ausgebildet wird.

2. Brandschutzanstrich nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächentemperatur des Substrats nach einem Zeitraum von 180 Minuten Brandbelastung nach Einheitstemperaturkurve unter 300°C lag.
3. Brandschutzanstrich nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die anorganischen Substanzen zur Erzielung einer Transparenz in Korngrößen von 4 – 120 nm in das Bindemittel eindispersiert wurden.
4. Brandschutzanstrich nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Bestandteile mit einem Wachs, bevorzugt Carnaubawachs beschichtet wurden.
5. Brandschutzanstrich nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anstrichschicht nach prEN 927-6 klimatisch beständig ist.
6. Brandschutzanstrich nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anstrich eine Dehnbarkeit von 60% aufweist.
7. Brandschutzanstrich nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein
8. Brandschutzanstrich zum Schutz von Werkstoffen vor Temperatureinwirkung bis zu einem Zeitraum von 180 Minuten bestehend aus:

30 bis 40 Gewichts-% einer Mischung verschiedener Harze auf Basis von Formaldehyd-Harnstoffharzen

7 bis 9 Gewichts-% eines bei Hitzeeinwirkung glasierend / keramisierenden Zusatzes

10 bis 18 Gewichts-% eines Ammoniumpolyphosphates

5 bis 10 Gewichts-% eines Treibmittels

30 bis 40 Gewichts-% eines Partiellen Phosphorsäureesters

0 bis 25 Gewichts-% Pigmente,

0 bis 25 Gewichts-% Entschäumer

0 bis 25 Gewichts-% Verlaufsadditive

0 bis 10 Gewichts-% weiterer, üblicher Additive

dadurch gekennzeichnet, dass sich unter thermischer Belastung zunächst eine Kohlenstoffschicht bildet, welche bei Temperaturen über 350°C eine glasartige Keramik, ausbildet, die die physische Belastbarkeit des Kohlenstoffschaums wesentlich verstärkt.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**